Movimento uniformemente variado

Movimento uniformemente variado é aquele em que a velocidade de um móvel varia de maneira constante. Em outras palavras, dizemos que esse móvel apresenta aceleração constante.

Movimento uniformemente variado (MUV) trata-se de um movimento no qual a mudança de velocidade, chamada de aceleração, ocorre a uma taxa constante. O movimento uniformemente variado é um **caso particular do movimento variado.** Neste, a velocidade apenas varia, enquanto naquele a **velocidade varia de maneira constante,** isto é, sua magnitude sofre acréscimos ou reduções iguais, a cada segundo.

Veja também: Tudo o que você precisa saber sobre as leis de Newton

Introdução sobre o movimento uniformemente variado

Quando algum móvel desenvolve um movimento uniformemente variado, a sua velocidade **aumentará** ou **diminuirá de forma constante**, a cada segundo. Quando essa velocidade aumenta, dizemos que o seu movimento é **acelerado;** quando diminui, dizemos que seu movimento é **retardado.**

O movimento uniformemente variado pode ser descrito por meio de **funções horárias,** similares àquelas usadas para o movimento uniforme, sendo mais gerais. Além disso, para resolver alguns exercícios relacionados a esse tipo de movimento, é necessário compreender o significado por trás dos gráficos de **posição** e **velocidade**. Por isso, vamos estudar as diferentes funções horárias do MUV bem como as suas respectivas representações gráficas.

Primeiramente, trataremos da função horária da velocidade, que também pode ser escrita no formato da fórmula usada para o cálculo da aceleração média, confira:

$$v_F = v_0 + at \quad ou \quad a = \frac{v_F - v_0}{t_F - t_0}$$

v_F e v_0 - velocidades final e inicial (m/s)

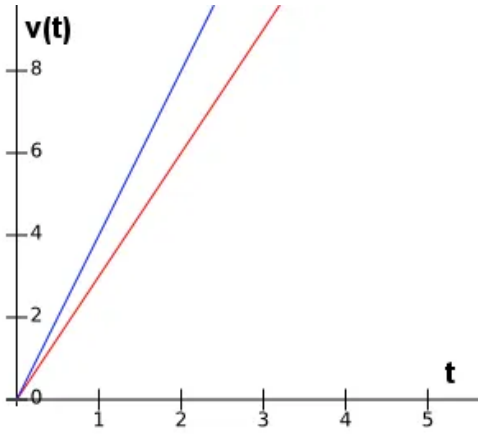
a - aceleração (m/s)

t - intervalo de tempo (s)

A fórmula mostra que a velocidade de um móvel varia de forma linear com a sua aceleração, ou seja, supondo que um corpo tenha uma aceleração de 3 m/s², a sua velocidade aumentará em 3 m/s, a cada segundo.

Se prestarmos atenção ao formato da função horária da posição, veremos que ela se trata de uma função de primeiro grau do tipo **y = a + bx**, conhecida como **equação da reta**. No caso da função horária da velocidade, o coeficiente a, chamado de **coeficiente linear**, é a **velocidade inicial** do móvel, enquanto o coeficiente b, conhecido como **coeficiente angular**, é a **aceleração** desse móvel.

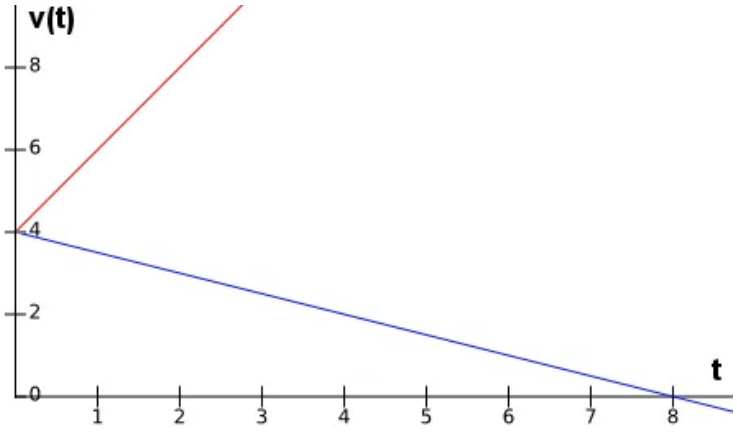
Na figura seguinte trazemos um gráfico de velocidade em função do tempo v(t), confira:



No gráfico, vemos duas retas, uma vermelha e uma azul, que representam o movimento de dois móveis. Estes **partem do repouso** ($v_0 = 0$) e passam a acelerar de forma constante. Um segundo após sua partida, o móvel em azul está com uma velocidade de 4 m/s, enquanto o móvel vermelho está a 2 m/s. Analisando a inclinação das retas, é fácil perceber que a aceleração do móvel azul é maior que a do móvel em vermelho.

$$v_F = v_0 + at \begin{cases} \\ v_F = 0 + 2t \end{cases}$$

A seguir, mostramos como deve ser o formato do gráfico de um **movimento uniformemente variado acelerado** e **retardado** em vermelho e em azul, respectivamente. Para ambos, adotaremos uma velocidade inicial não nula:



Perceba que o movimento retardado, representado pela reta azul, **inverte o seu sentido** no instante t = 8 s, uma vez que sua velocidade passa a assumir valores negativos.

Veja também: Aprenda a resolver exercícios sobre movimento uniforme

Além de obtermos a aceleração do móvel, com base nos gráficos de velocidade, também é possível que se **calcule a distância percorrida pelo móvel**. Para isso, devemos **calcular qual é a área do gráfico abaixo da reta**. Essa área pode ser facilmente encontrada considerando-se a **área de um trapézio** e pode ser obtida diretamente pela fórmula seguinte, especialmente útil para quando não se conhece a aceleração do móvel:

$$\Delta S = \frac{(v_F + v_0).\Delta t}{2}$$

Além da função horária da velocidade, o MUV utiliza **funções horárias da posição**. Estas são funções de segundo grau, uma vez que o deslocamento de um móvel em MUV é proporcional ao intervalo de tempo elevado ao quadrado. Confira agora as equações da posição e do deslocamento para o MUV:

$$S_F = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad ou \quad \Delta S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad com \quad \Delta S = S_F - S_0$$

S_F - posição final

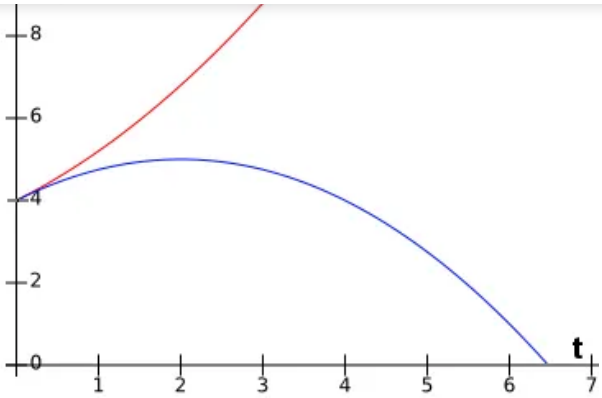
S_0 - posição inicial

v_0 - velocidade inicial

ΔS - deslocamento

Tais equações assemelham-se às funções de segundo grau do tipo **$ax^2 + bx + c = 0$**. **Nessas funções horárias de posição e deslocamento,** o **coeficiente a equivale** à **a/2** (aceleração dividido por dois), que multiplica o termo **t^2**, enquanto a **velocidade inicial** (**v_0**) representa o **coeficiente b**.

Com base nisso, vamos mostrar como são os gráficos de movimento uniformemente variado para os casos acelerado, em vermelho, e retardado, em azul, partindo de uma velocidade inicial não nula:



Analisando esse gráfico, é possível perceber que, para o movimento acelerado, em vermelho, a **concavidade da parábola é voltada para cima, uma vez que sua aceleração é positiva**, enquanto para o movimento retardado, em azul, **a concavidade da parábola é voltada para baixo, em razão de sua aceleração apresentar sentido contrário à sua velocidade inicial**.

As funções horárias que foram utilizadas para formar os gráficos, representadas pelas curvas vermelha e azul respectivamente, bem como os seus valores de **posição**, **velocidade inicial** e **aceleração** são mostrados a seguir:

$$S_F = 4 + 1t + \frac{0,40t^2}{2} \rightarrow S_0 = 4m; \quad v_0 = 1\ m/s; \quad a = 0,40\ m/s^2$$

$$S_F = 4 + 1t - \frac{0,50t^2}{2} \rightarrow S_0 = 4m; \quad v_0 = 1\ m/s; \quad a = -0,50\ m/s^2$$

Equação de Torricelli

A equação de Torricelli é bastante útil quando precisamos resolver algum problema relacionado ao **movimento uniformemente variado** e não sabemos em qual intervalo de tempo ele ocorreu. Essa equação pode ser facilmente obtida com base nas funções horárias da posição e da velocidade.

Confira como é a fórmula da equação de Torricelli:

$$v_F^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

Caso tenha maior interesse sobre o tema, leia nosso texto: Equação de Torricelli.

desaceleração de 2,5 m/s². Determine o tempo necessário para que esse móvel inverta o seu sentido de movimento.

a) 8,0 s

b) 50,0 s

c) 5,0 s

d) 10,0 s

e) 12,5 s

Gabarito : Letra A

Resolução:

Para resolvermos esse exercício, faremos uso da função horária da velocidade. Nesse sentido, podemos afirmar que o móvel inverterá o sentido de seu movimento no instante seguinte àquele em que a sua velocidade torna-se nula. Desse modo, encontraremos o tempo necessário para que a velocidade final desse móvel seja de 0 m/s, sabendo que a sua velocidade inicial era de 20 m/s:

$$v_F = v_0 + at$$

$$0 = 20 - 2,5t$$

$$2,5t = 20$$

$$t = \frac{20}{2,5} \rightarrow t = 8\ s$$

Nesse cálculo, utilizamos o sinal negativo para a aceleração devido ao fato de que o móvel tinha a sua velocidade diminuída a cada segundo, o que caracteriza um movimento retardado.

Questão 2) Um móvel tem a sua função horária de deslocamento dada por S = 5 + t². Assinale a alternativa que indica a velocidade inicial e a aceleração desse móvel, respectivamente:

a) 5 m/s e 1 m/s²

b) 0 m/s e 2 m/s²

c) 1 m/s e 5 m/s²

d) 5 m/s e 2 m/s²

e) 3 m/s e 5 m/s²

Gabarito: Letra B

Resolução:

Sabemos que as funções horárias de deslocamento seguem o formato **ax² + bx +c = 0**, mas também sabemos que o coeficiente b equivale à velocidade inicial do móvel e que o coeficiente a equivale à metade de sua aceleração. Desse modo, temos que: $\mathbf{v_0 = 0}$ e a = **2 m/s²**.

Questão 3) Em um gráfico de posição em função do tempo, observa-se que a curva descreve uma parábola com a sua concavidade voltada para baixo. Em relação a esse gráfico, assinale a alternativa correta:

a) Trata-se de um movimento acelerado.

b) Trata-se do gráfico de um movimento retrógrado.

c) Trata-se do gráfico de um movimento retardado.

d) Trata-se de um gráfico de aceleração variável.

e) Trata-se de um gráfico de velocidade crescente.

apresenta aceleração constante. O que nos diz se o movimento representado pelo gráfico é **retardado** ou **acelerado é a concavidade da parábola**, que, nesse caso, é voltada para baixo. Portanto, o gráfico em questão representa um movimento retardado.

Por Me. Rafael Helerbrock

Fonte: Brasil Escola - https://brasilescola.uol.com.br/fisica/movimento-uniformemente-variado.htm